



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05318150 A**(43) Date of publication of application: **03.12.93**

(51) Int. Cl. **B23K 26/00**  
**B22D 11/06**  
**B23K 26/06**  
**G02B 27/10**

(21) Application number: **04133755**(22) Date of filing: **26.05.92**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**

(72) Inventor: **KIDO MOTOI**  
**MINAMIDA KATSUHIRO**  
**SUGIBASHI ATSUSHI**

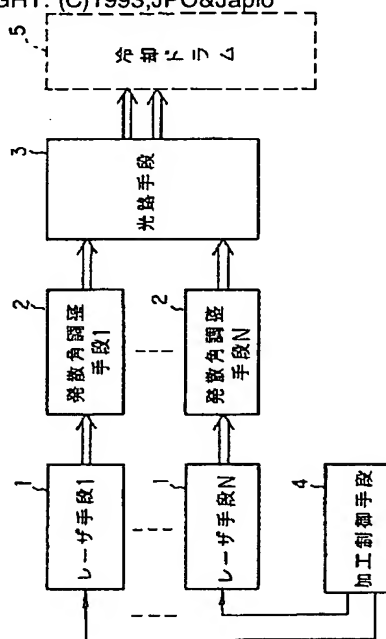
(54) **EQUIPMENT AND METHOD FOR MACHINING  
 DIMPLE OF COOLING ROLLER FOR THIN CAST  
 BLOOM**

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To appropriately constitute the focus of the respective laser beam to the machining point by individually adjusting the divergence angle of the respectively generated laser beam in executing the multi-machining of dimples by using a plurality of laser equipments.

**CONSTITUTION:** A dimple working equipment is provided with a plurality of laser beam generating means 1 to generate the laser beam, a plurality of divergence angle adjusting means 2 to set the focus of the laser beam on the surface of a cooling roller by adjusting the divergence angle of the respective laser beam, and an optical path means 3 to converge and irradiate the respectively adjusted laser beam on the surface of the cooling roller. A plurality of laser means are sequentially excited and controlled following the specified sequence by a machining control means 4.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-318150

(43)公開日 平成5年(1993)12月3日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	J	7425-4E		
B 2 2 D 11/06	3 3 0 Z	7362-4E		
B 2 3 K 26/06	A	7425-4E		
G 0 2 B 27/10		8106-2K		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-133755

(22)出願日 平成4年(1992)5月26日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 城戸 基

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社エレクトロニクス研究所内

(72)発明者 南田 勝宏

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社エレクトロニクス研究所内

(72)発明者 杉橋 敦史

神奈川県相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株式会社エレクトロニクス研究所内

(74)代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

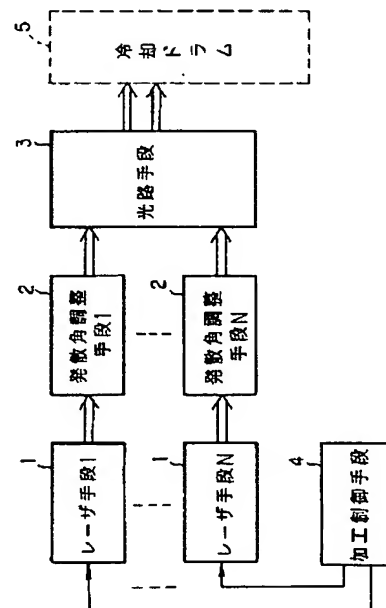
(54)【発明の名称】 鋳片鋳造用冷却ドラムのディンプル加工装置および加工方法

## (57)【要約】

【目的】 レーザビームを照射して鋳片鋳造用冷却ドラムの表面にディンプルを形成する加工方法および装置に関し、複数のレーザ装置を用いてディンプルをマルチ加工する際、各レーザ毎の発散角を個々に調整して、各レーザ光の焦点を加工点へ適切に構成させることを目的とする。

【構成】 レーザ光を発生する複数のレーザ手段1と、発生された各レーザ光の発散角を調整して上記レーザビームの焦点を冷却ドラムの表面に合わせる複数の発散角調整手段2と、調整された各レーザビームを冷却ドラム表面に集束照射させる光路手段3とを備える。そして、上記複数のレーザ手段は、加工制御手段4により所定のシーケンスに従って順番に励起制御される。

本発明に係る加工装置の一実施態様を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転する鑄片鑄造用冷却ドラム（5）にレーザビームを照射して該冷却ドラムの周面にディンプルを形成するディンプル加工装置であって、レーザ光を発生する複数のレーザ手段（1）と、発生された該各レーザ光の発散角を調整して前記レーザビームの焦点を前記冷却ドラムの表面に合わせる複数の発散角調整手段（2）と、調整された該各レーザビームを該冷却ドラム表面に集束照射させる光路手段（3）と、を具備する鑄片鑄造用冷却ドラムのディンプル加工装置。

【請求項2】 前記複数のレーザ手段を所定のシーケンスに従って順番に励起制御する加工制御手段（4）を具備する請求項1に記載の鑄片鑄造用冷却ドラムのディンプル加工装置。

【請求項3】 回転する鑄片鑄造用冷却ドラムにレーザビームを照射して該冷却ドラムの周面にディンプルを形成するディンプル加工方法において、複数のレーザ発振器から発生された個々の該レーザ光の発散角を個別に調整して該レーザビームを形成すること、調整された該レーザビームの光路を個別に変位させ、該レーザビームを前記冷却ドラムの表面に集束照射させること、を特徴とする鑄片鑄造用冷却ドラムのディンプル加工方法。

【請求項4】 前記複数のレーザビームを所定のシーケンスに従って順番に発振させる請求項3に記載の鑄片鑄造用冷却ドラムのディンプル加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、鑄片鑄造用冷却ドラムの加工装置および加工方法に関し、特に連続鑄造における単ドラム方式、双ドラム方式、ドラム—ベルト方式等の冷却ドラム表面にレーザビームを照射してディンプルを形成する加工装置および加工方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】連続鑄造の分野において、製品の最終形状に近い肉厚の薄い鑄片（以後、薄肉鑄片という）を溶鋼から直接的に製造する技術の開発が強く望まれている。薄肉鑄片を鑄造する場合、厚肉鑄片を鑄造する場合と比べて冷却ドラムで溶鋼がかなり急激に冷やされるので、鑄造された鑄片に肉厚の変動または表面割れ等が引き起こされる。従って、これらの欠陥を引き起こさないような冷却ドラムを作る必要がある。

【0003】例えば、特開昭60-第184449号では、冷却ドラムの周面全体に均一な凹凸を設けて「空気溜まり」を形成し、冷却ドラム周面に「空気層」を作ることが提案されている。これは、「空気溜まり」により

冷却ドラムの放熱能力を小さくして溶鋼を緩慢に冷却することによって、形成される「凝固シェル」の厚みを板幅方向で均一化し、肉厚変動および表面割れの少ない薄肉鑄片を鑄造可能にしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、凹凸を設けた冷却ドラムを用いて鑄造を行うと鑄片表面へ凹凸状の跡（転写跡）が転写される。この転写跡の凹凸はその後の圧延により平滑にされるので支障を及ぼさないが、転写跡の一部に粗大粒が存在すると「あざ」となっており、鑄造された製品の商品価値を損ねてしまう。

【0005】また、凹凸を設けた冷却ドラムを用いて溶鋼を鑄込むと、溶鋼の「湯溜まり」に「表面波」が発生し、鑄造される鑄片表面に横皺を形成したり、光沢ムラ、粗大結晶組織等の欠陥を引き起こしたりする。そのため、鑄込作業の際には「表面波」を発生させない細心の注意が必要になる。

【0006】たとえば「あざ」が発生する原因は、上記「空気溜まり」によって「緩冷却」される部分（粗大粒形成部分）と、冷却ドラムと直に接して「急冷却」される部分（微小粒形成部分）とにおいて凝固した溶鋼の結晶粒径に差があり、これら粒径差による光の反射率の違いから「あざ」となって現れるからである。これは冷却ドラム周面に形成された凹凸が溶鋼の冷却速度分布に対して大きいことに起因する。

【0007】一方「表面波」が発生する原因は、「凝固シェル」が形成される際、冷却ドラム界面における溶鋼の進行方向で「急冷却」される部分と「緩冷却」される部分との境界が局部的領域で概連続的に構成されるためである。この境界は、たとえば、冷却ドラム周面に凹凸が間隔をおいて規則的に設けられていたり、凹凸部で形成されるべき表面張力が得られず結果的にそこが「急冷却」部分となることによって、「急冷却」部分が連鎖的に形成されるために構成される。

【0008】このように「あざ」および「表面波」の問題は、冷却ドラムに形成した凹凸に起因していることが分かる。そして、係る問題を解決するためには形成する凹凸（またはディンプル）の大きさ、形状、配置を考慮する必要があることがわかる。

【0009】従来、上記のような冷却ドラムを得るために用いられる手法は主に湿式エッチングである。エッチングは、マイクロエレクトロニクスの分野等ではかなりの微細加工を達成しているが、この冷却ドラムの加工においては、加工するディンプル径を小さくすると共にその深さも必要とするので加工寸法に限界がある。実際、上記した凹凸部で形成されるべき表面張力を保証するために必要なディンプル深さは約70 $\mu$ mであり、この深さ寸法を得るためにディンプル径寸法は最小で約300 $\mu$ mとなってしまう。言い換えると、ディンプル径寸法を300 $\mu$ m以下にするとディンプル深さが得られず表

面張力を保証することができなくなってしまう。

【0010】加えてエッチングは、ディンプルの大きさや形状および配置に関して係る各寸法を柔軟に変えることが難しい。またエッチングは、その加工に用いる薬品処理に係る周辺設備等を含め、最近取り立たされている環境への課題も懸念される。

【0011】その他にショットプラスト、放電加工、機械加工等もディンプル加工に用いられている。しかし、ショットプラストはエッチングと同様に加工寸法の限界、寸法制御、加工精度等の問題がある。放電加工および機械加工においては微細加工が可能であるが、冷却ドラムに対して加工するディンプル数が非常に多いので、電極の交換等を含めて時間的な面で工業上不適当または不可能である。

【0012】そこで本発明の目的は、冷却ドラム周面へ「レーザビーム」を照射することによりディンプルを形成する加工装置および加工方法を提供することである。そして特に、複数のレーザ発振器を用いて一度に複数のディンプル加工ができるマルチ加工装置およびマルチ加工方法を提供し、加工時間の短縮化を図ることである。

【0013】更に本発明の目的は、複数のレーザ装置を用いる加工において、各レーザ装置から発振されるレーザ光を加工面に集束させる際、集束レンズを共有して集束させると、各レーザ光には各々特有の発散角があるので、各レーザ光が適切に焦点を構成することが難しいといった問題を解決することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための装置の一実施態様を図1に示す。本発明に係るディンプル加工装置は、回転する鋳片製造用冷却ドラム5にレーザビームを照射して該冷却ドラムの周面にディンプルを形成するディンプル加工装置であって、レーザ光を発生する複数のレーザ手段1と、発生された各レーザ光の発散角を調整して上記レーザビームの焦点を冷却ドラムの表面に合わせる複数の発散角調整手段2と、調整された各レーザビームを冷却ドラム表面に集束照射させる光路手段3と、を備える。

【0015】

【作用】レーザビームを使用することにより、レーザビームはその径を波長の約3倍まで絞れるので、従来の加工装置では達成し得なかった微細寸法で冷却ドラム周面を加工することが可能となる。またレーザ加工ゆえにその電気的制御が可能であり、形成するディンプルに対して柔軟性のある寸法設定が可能となる。また薬品使用に係る問題等を発生させない。

【0016】発散角制御手段により各レーザ光の発散角が個別に調整されるので、各レーザ光の焦点が加工面へ適切に構成される。これにより、出力等の特性の異なる複数のレーザ手段を組合わせることができる。

【0017】また、複数レーザ装置によりマルチ加工で

きるので加工時間の短縮化を可能にし、他のレーザ制御手段、光路手段を共有して構成することができる。

【0018】

【実施例】本発明に係る一実施例を図2に示す。ディンプル加工装置20は、4台のレーザ発振器21-24と、これらから発振されたレーザ光25-28の発散角を調整するビームエキスパンダ29-32と、各ビームエキスパンダによって調整されたレーザビーム33-36の光路を形成するガルバノ・ミラー37-42（以後、ミラーという）、三角ミラー43-45および集光レンズ46を含む光学系47と、レーザ光の発振タイミングを制御する加工制御器48とを備えて構成されている。

【0019】冷却ドラム50は、その回転軸51を中心に一定速度 $\omega$ で回転しており、その回転速度 $\omega$ が回転制御器52によって維持されている。

【0020】本加工装置20は、所定の速度で回転する冷却ドラム50の回転軸方向へその表面と一定距離 $a$ を保ちながら所定の定速度 $v$ で移動する掃引装置53に懸架され、その速度 $v$ が掃引制御器54により維持されるので、各レーザビームは結果的に冷却ドラム50の周面上を螺旋状に走査する。勿論、本加工装置20と冷却ドラム50間における配置関係は、冷却ドラム50自身が回転しながらその回転軸方向に移動する形態でもよい。

【0021】本加工装置の各レーザ発振器21-24は4台のYAGレーザを用いているが、他のレーザ装置、たとえば炭酸ガスレーザ等の連続発振型のガスレーザ、またはルビーレーザ等のパルス発振型の固体レーザでも良いし、またこれらを組み合わせて用いても可能である。レーザ光は、加工制御器48が各レーザ発振器21-24内のQスイッチ55-58を同時または順次制御することによりパルスの発生される。

【0022】本発明に係るビームエキスパンダ29-32は、このように複数のレーザ装置を用いた場合、共有して1つの集光レンズ46でレーザ光を集束させると、各レーザ装置から発振されるレーザ光には各々特有の発散角があるので各々適切に焦点を構成することができないといった問題を解決するために備えられている。各レーザ発振器21-24からのレーザ光は、ビームエキスパンダ29-32により、加工面へ適切に焦点を構成するように発散角が個々に調整されてレーザビームとなる。これにより、1つの集光レンズ46を共有しても安定した集光条件を得ることができる。

【0023】光学系のミラー37-42および集光レンズ46は、各々、角度位置、焦点距離を動かす機械的または電気的な駆動部（図示せず）を備えている。

【0024】ミラー37は、その反射角度 $\phi_1$ に従ってレーザビーム33の光路を変え、三角ミラー43を介してレーザビームをミラー41に導く。ミラー41は、ミラー37と同様に導かれたレーザビーム34と共有さ

れ、各レーザービーム33, 34の光路を変位させて集光レンズ46へ各々入射角 $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ で入射させる。ミラー41は、その角度位置を振動周期 $f_5$ , 振動角 $\phi_5$ で変えることができるので、レーザービーム33, 34の反射角を変え、各レーザービームの軸を振動角 $\phi_5$ に従って変位させることができる。これにより、各レーザービームが集光レンズ46へ入射する入射角 $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ が変わり、冷却ドラム表面にレーザービームが集束する位置を変えることができる。同様に、一方のレーザービーム35, 36も各々入射角 $\alpha_3$ ,  $\alpha_4$ で集光レンズ46に入射されるので、冷却ドラム上には各レーザービーム毎に複数の集束位置が個々に規定される。

【0025】更に、各レーザービーム毎に備えられた一段目のミラー37-40も振動周期 $f_{1-4}$ および振動角 $\phi_{1-4}$ で各々振動することができるので、各レーザービームは各振動角 $\phi_{1-4}$ に従って、上記各集束位置を中心に冷却ドラムの回転軸方向へ更に集束位置を変えることができる。

【0026】また、加工制御器48は、同時、または順番に異なる時間間隔でレーザー励起信号59-63を各レーザー発振器のQスイッチ55-58に与えている。たとえば、一定周期の励起タイミング信号に変調をかけて所定の時間差を与え、レーザー発振のタイミングをばらつかせている。これにより、レーザービームの照射位置の間隔が冷却ドラムの回転方向にばらつくので、形成されるディンプルの位置は冷却ドラムの回転方向に分散される。このように、冷却ドラムに形成されるディンプルの位置は、冷却ドラムの回転方向および回転軸方向に所定の範囲で分散され得るので、同時に複数のディンプルが分散して配置形成され得る。

【0027】本実施例のディンプル加工装置により、波長 $1.06\mu\text{m}$ の4台のYAGレーザーを用いて500パルス/秒、パルス幅0.1msec、100mJ/パルスとし、ビームエキスパンダとしては2倍型のものを使用し、集光レンズは焦点距離50mmのものを使用して実験を行った。その結果、冷却ドラム周面には、ディンプル径 $150\mu\text{m}$ 、ディンプル深さ $100\mu\text{m}$ 、ディンプル中心間隔距離が $80\mu\text{m}$ から $140\mu\text{m}$ までのディンプルが形成された。

【0028】上記実施例は、複数のレーザー発振器を用いて、同時に複数のディンプルを分散配置して加工することができる例であるが、本発明に係るビームエキスパン

ダを備えれば、各々レーザー出力等の特性が異なる複数のレーザー装置を組み合わせることができるので、同様に、ディンプル深さおよびディンプル径の異なる各様のディンプルが形成され得る。

【0029】加えて、加工制御器48の加工制御において、レーザー発振器21-24に与えるレーザー励起信号のタイミングと、各ミラー37-41の角度変位等のタイミングとを同期させることにより、上記した各要件を組合せた複雑な条件でディンプル加工することができる。これは、レーザーを用いた係る装置ゆえに可能となったものである。

#### 【0030】

【発明の効果】本発明により、「レーザービーム」を照射して铸片铸造用冷却ドラムにディンプルを形成する加工装置および加工方法が提供された。特に、複数のレーザー発振器を用いて一度に複数のディンプル加工ができるマルチ加工装置およびマルチ加工方法が提供された。また、複数のレーザー装置を用いる加工において、各レーザーの発散角を調整することにより、集束レンズを共有して光路を構成する複数のレーザービームであっても、係る焦点を加工面で適切に構成させることが達成された。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る加工装置の一実施態様を示す図である。

【図2】本発明に係る加工装置の一実施例を示す図である。

#### 【符号の説明】

20…ディンプル加工装置

21, 22, 23, 24…レーザー発振器

25, 26, 27, 28…レーザー光

29, 30, 31, 32…ビームエキスパンダ

33, 34, 35, 36…レーザービーム

37, 38, 39, 40, 41, 42…ガルバノ・ミラー

43, 44, 45…三角ミラー

46…集光レンズ

48…加工制御器

50…冷却ドラム

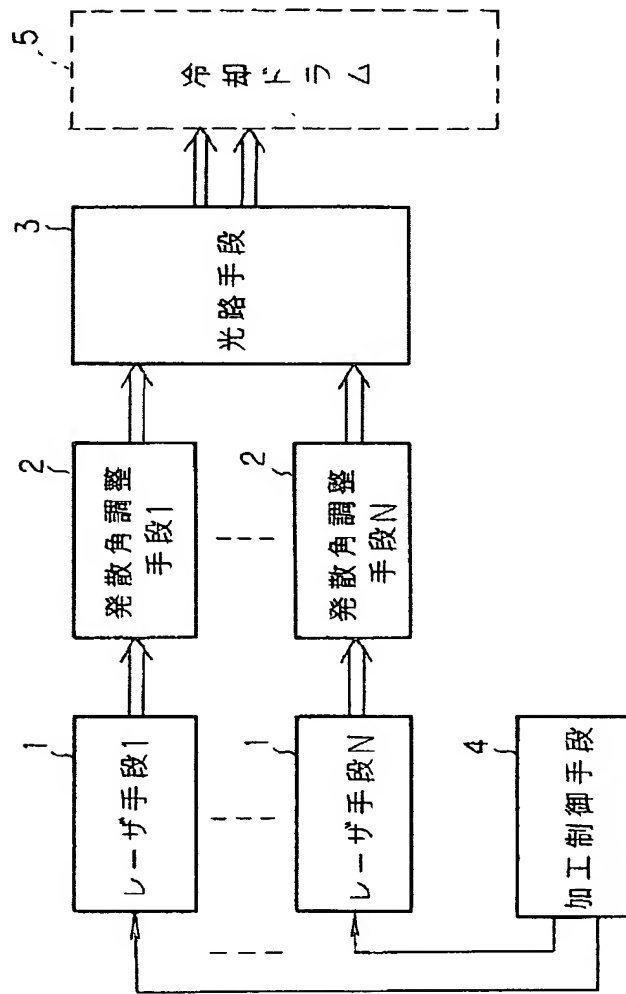
52…冷却ドラム回転制御器

54…掃引制御装置

55, 56, 57, 58…Qスイッチ

【図1】

本発明に係る加工装置の一実施態様を示す図



【図2】

本発明に係る加工装置の一実施例を示す図

